

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-312029

(43)Date of publication of application : 07.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 11-118716

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.1999

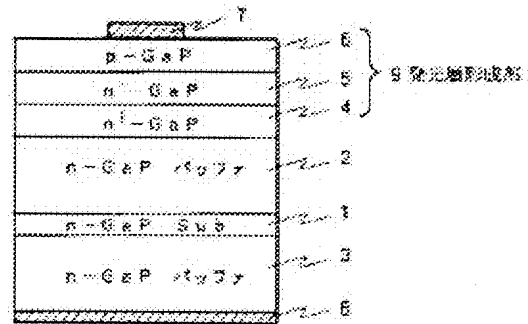
(72)Inventor : INOUE AKIHIKO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the light emitting efficiency of a semiconductor light emitting element by epitaxially thickly growing GaP buffer layers on both surfaces of a GaP substrate and a light emitting layer forming section on one of the buffer layers.

SOLUTION: On both surface of a thin GaP substrate 1, epitaxially grown thick surface and rear GaP buffer layers 2 and 3 are respectively formed. On the surface buffer layer 2, a semiconductor-laminated section constituting a light emitting layer forming section 9 is provided. The section 9 is formed by successively laminating an n-type layer having a carrier concentration of about 1×10^{18} to 2×10^{19} cm⁻³ and a thickness of about 25-40 μ m, another n-type layer 5 having a carrier concentration of 1×10^{18} to 3×10^{19} cm⁻³ and a thickness of about 10-15 μ m, and a p-type layer 6 having a carrier concentration of about 1×10^{18} to 2×10^{19} cm⁻³ and a thickness of about 20-25 μ m upon another.



Cited Reference 1

(19) 日本國特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号
 特開2000-312029
 (P2000-312029A)
 (43) 公開日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

(51) Int.Cl.¹ 識別記号 F I テーマコード (参考)
 H 0 1 L 33/00 H 0 1 L 33/00 B 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

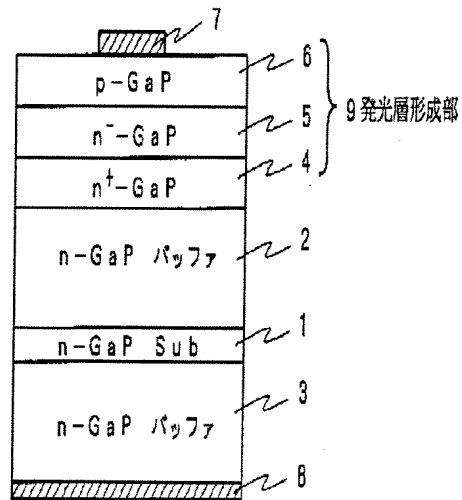
| | | | |
|-----------|--------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平11-118716 | (71) 出願人 | 000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 |
| (22) 出願日 | 平成11年4月26日 (1999. 4. 26) | (72) 発明者 | 井上 明彦 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 100098464 弁理士 河村 洵 Fターム(参考) 5F041 AA03 CA37 CA63 |

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子およびその製法

(57) 【要約】

【課題】 バッファ層を液相成長法により成長する工程を1回で行いながら、半導体チップ全体の厚さに対するバッファ層の厚さの比率を上げることにより、外部への光の取出し効率を向上させ、GaP半導体を用いた黄色から緑色系の半導体発光素子の外部微量子効率を向上させることができる半導体発光素子およびその製法を提供する。

【解決手段】 GaP基板1が薄くされてその両面に厚くエピタキシャル成長されたGaPからなる表面バッファ層2および裏面バッファ層3が設けられている。そして、表面バッファ層2の上に、GaPからなるn形層5およびp形層6を有し発光層形成部9を構成する半導体積層部が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaP基板と、該GaP基板の両面に厚くエピタキシャル成長されたGaPからなるバッファエピタキシャル成長層と、該バッファエピタキシャル成長層の一方側にエピタキシャル成長され、GaPからなるn形層およびp形層を有し発光層形成部を構成する半導体積層部とからなる半導体発光素子。

【請求項2】 GaP基板の少なくとも裏面側をエッチバックして薄くすると共に、該薄くされたGaP基板の両面にGaPからなるバッファ層をエピタキシャル成長し、該GaP基板の表面側のバッファ層の表面に、発光層形成部を構成するn形層およびp形層を含む半導体積層部を液相成長法によりエピタキシャル成長することを特徴とする半導体発光素子の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、GaP化合物半導体を用いた緑色から黄色がかかった緑色系の半導体発光素子およびその製法に関する、さらに詳しくは、外部への光の取出し効率を向上させたGaP化合物からなる半導体発光素子およびその製法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のGaP化合物半導体を用いた半導体発光素子は、図4に示されるように、たとえばn形のGaPからなる半導体基板21上に、たとえばGaPからなるn形層22およびGaPからなるp形層23がそれぞれエピタキシャル成長され、そのpn接合により発光層形成部24が形成されている。そして、その表面側の一部に主にAuからなるp側電極26、半導体基板21の裏面に主にAuからなるn側電極27がそれぞれ設けられ、ウェハからチップ化されている。

【0003】従来のGaPを用いた緑色系の半導体発光素子は、GaP基板上に液相成長などにより形成され、GaPが発光する光を吸収しないため、pn接合部で発光して基板側に進んだ光も吸収されないでその側面から出る光や、基板側で反射した光も利用でき、GaPが間接遷移型半導体で内部発光効率は低いものの、外部への取出し効率である外部微分量子効率是比较的よいと考えられていた。しかし、GaP基板の結晶性がよくないため、光の取出しが必ずしも充分ではなく、この光の取出し効率を向上させるため、図5に示されるように、GaP基板21上にGaPバッファ層25を液相成長法により厚く形成すると共に、GaP基板を薄く研磨してGaP基板21の厚さのチップ全体の厚さに対する割合を減少させることにより、発光素子チップ（以下、LEDチップという）の側面からより多くの光を取り出す方策がとられる場合がある。これは、半導体層はその周囲の空気などより屈折率が相当大きく、半導体層の表面側で全反射して、積層された半導体層の上面から正面側に光を取り出しにくいと共に、ランプ型発光素子などでは、梳

状の凹部にLEDチップがダイボンディングされ、横にでた光も凹部の内壁により正面側に反射して利用できるということに基づいている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のGaP層を成長した半導体発光素子は、前述のように、GaP基板による光の損失の影響をできるだけ避けるため、液相成長法によるGaPバッファ層を設けることが考えられている。しかし、液相成長法による半導体層の成長は、Ga融液に接触させながら温度を徐々に下げることにより結晶成長をさせており、800℃程度まで温度が下がると成長しなくなる。そのため、1回の液相成長法により成長する半導体層の厚さは、100～150μm程度である。このバッファ層を厚くすればするほど、結晶性の悪いGaP基板を薄くすることができ、外部微分量子効率を向上させることができるが、前述のように1回の液相成長法により成長することができる厚さには限界があるため、バッファ層の厚さを厚くしようとすると、バッファ層を成長する液相成長を2回以上繰り返さなければならず、工数が多くなりコストアップになるという問題がある。

【0005】本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、バッファ層を液相成長法により成長する工程を1回で行いながら、半導体チップ全体の厚さに対するバッファ層の厚さの比率を上げることにより、外部への光の取出し効率を向上させ、GaP半導体を用いた黄色から緑色系の半導体発光素子の外部微分量子効率を向上させることができる半導体発光素子およびその製法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光素子は、GaP基板と、該GaP基板の両面に厚くエピタキシャル成長されたGaPからなるバッファ層と、該バッファ層の一方側にエピタキシャル成長され、GaPからなるn形層およびp形層を有し発光層形成部を構成する半導体積層部とからなっている。

【0007】この構造にすることにより、GaP基板の両面に液相成長法によりエピタキシャル成長された結晶性がよく厚いGaP層が設けられているため、GaP基板自身を薄くすることができ、横からの光の取出し効率を向上させることができる。

【0008】本発明の半導体発光素子の製法は、GaP基板の少なくとも裏面側をメルトバックして薄くすると共に、該薄くされたGaP基板の両面にGaPからなるバッファ層をエピタキシャル成長し、該GaP基板の表面側のバッファ層の表面に、発光層形成部を構成するn形層およびp形層を含む半導体積層部を液相成長法によりエピタキシャル成長することを特徴とする。

【0009】この製法にすることにより、バッファ層を成長する際に、結晶性のよくないGaP基板をメルトバ

ックにより薄くするため、GaP材料が無駄にならないと共に、その表面だけでなく裏面にもバッファ層をエビタキシャル成長しているため、1回の液相成長による同じ時間で両面に厚く結晶性のよいGaP層を成長することができる。そのため、全体の厚さは変わらなくても、従来のGaP基板は非常に薄くなり、結晶性のよいGaPからなるバッファ層が厚く形成され、光の減衰を大幅に削減することができ、外部微分量子効率を向上させることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】つきに、図面を参照しながら本発明の半導体発光素子およびその製法について説明をする。

【0011】本発明の半導体発光素子は、図1にその一実施形態の半導体発光素子チップ（以下、LEDチップという）の断面説明図が示されるように、GaP基板1が薄くされてその両面に厚くエビタキシャル成長されたGaPからなる表面バッファ層2および裏面バッファ層3が設けられている。そして、表面バッファ層2の上に、GaPからなるn形層5およびp形層6を有し発光層形成部9を構成する半導体積層部が設けられている。

【0012】GaP基板1は、最初は300 μ m程度のものが用いられるが、メルトバックにより、50~60 μ m程度の厚さに薄くされる。そのメルトバックに引き続き液相成長によりGaPからなるバッファ層2、3の成長により、表面バッファ層2が、キャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、50 μ m程度の厚さに、裏面バッファ層3が、キャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、150 μ m程度の厚さにそれぞれ成長される。同じ時間の成長でありながら、この表面バッファ層2が薄く、裏面バッファ層3が厚く形成されるのは、図3に示されるように、ウェハの表面を上にした場合、2枚のウェハに挟まれた領域のGa融液中では、上の方ほどGaPの濃度が濃くなるからである。

【0013】発光層形成部9は、図1に示される例では、キャリア濃度が $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、25~40 μ m程度の厚さのn⁺形層4と、キャリア濃度が $1 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、10~15 μ m程度の厚さのn⁻形層5と、キャリア濃度が $1 \times 10^{18} \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度で、20~25 μ m程度の厚さのp形層6とからなっている。

【0014】このLEDチップを製造するには、図2に示されるように、1100 $^{\circ}$ C程度の高温まで耐えられる材質で作られた、たとえばカーボンポート11にGaP基板1を載せるための段差12を設けておき、この段差部12にGaP基板1を載置したときに、GaP基板1の裏面にもGa融液15が接するように開口部13が設けられたポートを使用し、たとえば900 $^{\circ}$ CでGaPとGa融液を別部分で接触させて飽和融液を作りGaP基板1に流し込む、そして、基板温度を1000~105

0 $^{\circ}$ C程度に上げると、Ga融液15が未飽和状態となるため、GaP基板1がメルトバックされGa融液中に溶解して薄くなる。この際、Ga融液15は、Pの濃度が高いほど軽くなるため上層に集まりやすく、上層、すなわちGaP基板1の裏面側は飽和状態で、表面側はGa融液15が未飽和状態になりやすい。そのため、前述の温度を維持すると、GaP基板1の裏面側（図の下側）はある一定のメルトバックで停止し、GaP基板1の表面側は比較的多くメルトバックされてGaP基板1が薄くなる。

【0015】メルトバックにより、GaP基板1が300 μ m程度から50~60 μ m程度になった後、基板温度を1~3 $^{\circ}$ C/分程度の割合で降温させる。そうすると、Ga融液15が過飽和状態になってGaPの結晶がGaP基板1に成長する。これを基板温度が800 $^{\circ}$ C程度になるまで続けることにより、図1に示されるように、表面バッファ層2が50 μ m程度成長し、GaP基板1の裏面に裏面バッファ層3が150 μ m程度成長する。そして、室温まで基板温度をさげてから取り出す（800 $^{\circ}$ Cより低い温度では成長しない）。この表面バッファ層2が薄く、裏面バッファ層3が厚くなるのは、前述のように、比重の関係でGa融液15の上層（GaP基板1の裏面側）がGaP濃度が高く、下層（GaP基板1の表面側）がGaP濃度が低いためである。

【0016】その後、今度はGaP基板1の表面バッファ層2の側のみがGa融液に接触するように液相成長装置に入れて、接触させるGa融液の不純物濃度やドーパントを変えて順次接触させることにより、前述のキャリア濃度および厚さにn⁺形GaP層4、n⁻形GaP層5、およびp形GaP層6を成長し、発光層形成部9を積層する。

【0017】Ga融液の前述の性質を利用すれば、図3に示されるように、たとえばカーボンポート11を多段に重ねてGaP層基板1を各ポート11に載置してGa融液と接触させ、同様に最初温度を上げてGaP層基板1をメルトバックし、その後温度を徐々に下げることにより、多数のGaP基板1の表裏両面に一度にGaP層からなるバッファ層2、3を液相成長法により厚く成長することができる。

【0018】本発明によれば、GaP層基板の表面側のみならず、裏面側にもGaP層がバッファ層として液相成長法により設けられているため、結晶性がよく光の損失が少ない半導体層を厚く成長することができる。しかも、基板の両面に設けられているため、同時に成長することができる。1回の成長工程の短時間で厚いエビタキシャル成長層を得ることができる。その結果、チップ全体の厚さに対する結晶性のよいGaP層の厚さの割合が大きくなり、LEDチップの側面からも効率よく光を取り出すことができ、外部微分量子効率を大幅に向上させることができる。この場合、成長前にGaP基板1を薄く

しておくことにより、より一層結晶性の悪いGaP基板の比率を小さくすることができる。

【0019】さらに本発明の製法によれば、バッファ層を成長する前に、その成長装置で温度を上昇させるだけで、結晶性のよくないGaP基板1をメルトバックして薄くすることができ、わざわざGaP基板を機械的・化学的に研磨しなくても簡単に薄くすることができると共に、そのメルトバックしたGaPを新たなエピタキシャル成長の材料として利用することができる。その結果、GaP材料を無駄にすることなく結晶性の優れたGaP層を厚く形成することができる。そのため、成長工数および成長材料を大幅に減らすことができ、非常にコストダウンをしながら外部微量子効率の高い高特性の半導体発光素子を安価に得ることができる。

【0020】なお、前述の例では、発光層形成部9がn⁺形層、n⁻形層、およびp形層の積層工程であったが、単純なn形層とp形層だけの構造など、他の構造でもよい。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、バッファ層の成長工程の工数および成長材料を大幅に減らすことができ、コストダウンに大きく寄与すると共に、外部への光の取出し

効率（外部微量子効率）が20%以上向上し、安価で高特性の黄色から緑色系の半導体発光素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体発光素子の一実施形態のLEDチップの断面説明図である。

【図2】図1のバッファ層を成長する装置の一例の説明図である。

【図3】図2のポートを多段に積層して、一度に多数のウェハの両面にバッファ層を成長する例の説明図である。

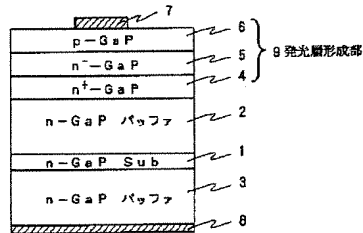
【図4】従来のGaP層を用いたLEDチップの構造例の説明図である。

【図5】従来のLEDチップで外部微量子効率を向上させるLEDチップの構造例を示す図である。

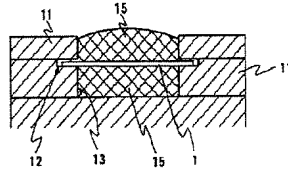
【符号の説明】

- 1 GaP基板
- 2 表面バッファ層
- 3 裏面バッファ層
- 4 n⁺形GaP層
- 5 n⁻形GaP層
- 6 p形GaP層
- 9 発光層形成部

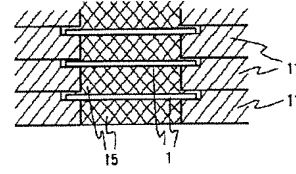
【図1】



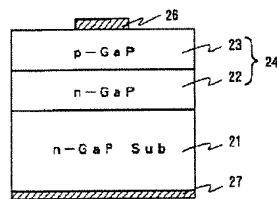
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

